

COGE ★ P81 86-191340/30 ★ FR 2574-565-A  
Light injection fibre/optic system for measurement of joint loss - has fibre gripped between serrated jaws to cause flexion of core allowing entry of light

CIE GEN ELECTRICITE 12.12.84-FR-018999

V07 (13.06.86) G02b-06/28

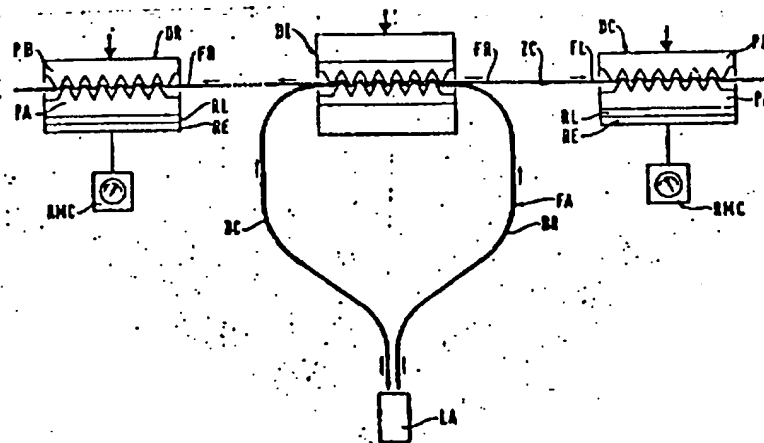
12.12.84 as 018999 (1408MN)

A laser light source (LA) transmits light along two ends (BC, BR) of a loop of optical fibre. The fibre lies adjacent to a length of fibre (FR) which is joined to a further length (FZ) at a joint (ZC). In order to assess the quality of the joint, and hence the power loss it causes, the light from the laser is transmitted in each direction along a length of fibre (FR and FL).

By monitoring the light passing in each direction the transmission of the joint may be measured. Light is introduced into the fibre by gripping it together with the laser loop in serrated jaws. Light passes from one fibre into the other at points where the curvature of the fibre is sufficient. The light passing along the lengths of fibre is similarly measured by extracting a proportion of the energy.

ADVANTAGE - Measurement of attenuation caused by joint in optical fibres without access to remote ends of fibre. (28pp Dwg.No.1/7)

N86-143003



B.M.H.

© 1986 DERWENT PUBLICATIONS LTD.

128, Theobalds Road, London WC1X 8RP, England

US Office: Derwent Inc. Suite 500, 6845 Elm St. McLean, VA 22101

Unauthorised copying of this abstract not permitted.

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
—  
PARIS  
—

(11) N° de publication : **2 574 565**  
(à utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **84 18999**

(51) Int Cl<sup>a</sup> : G 02 B 6/28.

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 12 décembre 1984.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOP « Brevets » n° 24 du 13 juin 1986.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

(71) Demandeur(s) : *COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRI-  
CITE, société anonyme.* — FR.

(72) Inventeur(s) : André Tardy.

(73) Titulaire(s) :

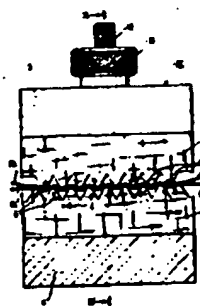
(74) Mandataire(s) : Paul Bouraly, SOSPL

(54) Dispositif d'injection de lumière dans une fibre optique gainée, notamment pour le contrôle local d'un raccordement de deux fibres.

(57) Dispositif d'injection de lumière dans une fibre optique gainée, notamment pour le contrôle local d'un raccordement de deux fibres.

La lumière à injecter est amenée par une fibre auxiliaire FA qui est semblable à la fibre réceptrice FR et qui subit, au contact de celle-ci et dans un même plan de courbure, des flexions alternées. Ces dernières permettent à la lumière de sortir de cette fibre auxiliaire et d'entrer dans le cœur de la fibre réceptrice pour y être guidée.

Application aux télécommunications.



FR 2 574 565 - A1

Dispositif d'injection de lumière dans une fibre optique gainée,  
notamment pour le contrôle local d'un raccordement de deux fibres

L'invention concerne l'injection de lumière dans une fibre  
optique et elle est notamment applicable au contrôle de la qualité du  
5 raccordement de deux fibres de grandes longueurs lorsque ce contrôle  
doit être local, c'est-à-dire doit être fait sans accès à une extrémité  
libre de ces fibres et sans coupure ni détérioration des fibres. Plus  
précisément un dispositif selon l'invention est destiné à injecter et  
à faire guider une lumière dans le coeur (CO) d'une fibre optique  
10 "réceptrice" (FR) qui ne doit pas être coupée, ce coeur étant entouré  
sans interruption par une gaine optique (GO) d'indice optique plus  
faible pour permettre le guidage de la lumière et cette gaine optique  
étant elle même entourée par une gaine primaire (GP) pour constituer  
15 une fibre gainée dont la gaine optique est protégée par la gaine  
primaire, le matériau de cette gaine primaire étant transparent et  
présentant un indice optique non sensiblement inférieur à celui de  
cette gaine optique.

Les signes de référence entre parenthèses ci-dessus et ci-après  
renvoient à titre d'exemple aux figures ci-jointes qui seront décrites  
20 plus loin.

Le problème de l'injection de lumière dans une fibre optique qui  
ne doit pas être coupée est une partie du problème plus général du  
couplage d'une telle fibre qui comprend aussi le problème de la dériva-  
tion de lumière à partir de la fibre.

25 Il est évident que tout dispositif de dérivation permet en  
principe aussi l'injection car si, grâce à des dispositions convena-  
bles, un dispositif de dérivation fait sortir de la lumière hors de la  
fibre selon certaines lignes droites, il suffit, pour injecter de la  
lumière, d'en envoyer vers la fibre selon ces mêmes lignes droites mais  
30 dans la direction opposée. Le problème de l'injection est néanmoins en  
pratique plus difficile que celui de la dérivation car lorsqu'on  
dérive de la lumière c'est généralement pour la recueillir sur un  
détecteur photosensible qui accepte la lumière dans un angle solide  
très grand, par exemple cinq stéradians. Le rendement de la dériva-  
35 tion, c'est-à-dire le rapport de la lumière reçue par le détecteur à

celle qui était guidée par la fibre est alors grand, car une forte proportion de la lumière dérivée est effectivement acceptée par le détecteur. Il n'en est pas de même du rendement d'injection d'un dispositif d'injection, c'est-à-dire du rapport de la lumière injectée et guidée dans le coeur de la fibre à la lumière émise par la source utilisée. Ce rendement est généralement petit parce que seule une petite fraction de la lumière dirigée vers la fibre se propage selon les lignes droites qui assurent une injection effective grâce auxdites dispositions convenables. Ceci tient d'une part au fait que ces lignes droites ne sont en général pas exactement connues à l'avance, et d'autre part au fait que l'on ne dispose pas de sources de lumière permettant en pratique de diriger la majorité de leur lumière selon ces lignes droites.

Il en résulte non seulement que le rendement d'injection est petit, mais aussi qu'il est très sensible à de petites modifications du dispositif d'injection ou de la fibre, et donc difficilement prévisible.

On connaît divers dispositifs de couplage et donc d'injection qui utilisent une courbure de la fibre réceptrice. Pour l'injection, la lumière à injecter est dirigée vers la fibre réceptrice gainée sur la zone courbée un peu en amont de celle-ci, dans le plan de la courbure, sous un angle ajusté expérimentalement pour obtenir le meilleur rendement. Ce meilleur rendement reste cependant peu prévisible et faible, par exemple  $10^{-4}$  % dans le cas d'une fibre multimode dont on conserve la gaine primaire. Il est beaucoup plus faible dans le cas d'une fibre monomode.

Il peut être augmenté si on enlève la gaine primaire dans la zone d'injection, mais ceci présente l'inconvénient de fragiliser de manière parfois définitive la fibre réceptrice, ce qui est grave s'il s'agit d'une fibre de ligne destinée à transmettre des informations à grande distance pendant de nombreuses années. On indiquera plus loin une situation dans laquelle il est nécessaire d'injecter de la lumière dans une telle fibre à distance de ses extrémités.

Le rendement d'injection peut bien entendu être encore beaucoup augmenté si on altère non seulement la gaine primaire (constituée en général d'une résine à faible dureté) mais aussi la gaine optique

(constituée en général de silice beaucoup plus dure), et si la lumière est amenée directement au coeur de la fibre réceptrice par une fibre auxiliaire soudée à celle-ci. Mais il s'agit alors là d'une altération définitive de la fibre réceptrice, et une telle altération est généralement inadmissible, notamment lorsque l'injection doit être faite temporairement pour des contrôles sur une fibre de ligne.

Un dispositif connu d'injection sans altération de la fibre réceptrice comporte les éléments suivants, qui sont communs à ce dispositif connu et à celui selon la présente invention, au moins quant à certaines de leurs fonctions :

- deux pièces de déformation de fibres (2, 4, 52, 54) comportant respectivement deux bandes de déformation de fibres, chacune de ces bandes ayant une longueur selon une direction longitudinale et une largeur selon une direction transversale et comportant une succession longitudinale régulière de saillies de poussée (6) qui font saillie selon une direction de poussée perpendiculaire auxdites direction longitudinale et transversale et séparées par des creux,
- des moyens de guidage (8) de pièces de déformation pour maintenir ces deux bandes de déformation en regard l'une de l'autre, les longueurs et largeurs de ces deux bandes étant coextensives, les saillies de poussée d'une bande étant en regard des creux de l'autre bande,
- des moyens de serrage (12, 16) de ces pièces de déformation pour permettre dans des étapes préparatoires d'écarter ces pièces, de placer un tronçon d'injection rectiligne de ladite fibre réceptrice entre les deux dites bandes de déformation avec sa longueur disposée selon ladite direction longitudinale, et de serrer ces deux pièces l'une contre l'autre de manière que, pendant une étape postérieure d'injection de lumière, lesdites saillies fléchissent élastiquement ce tronçon d'injection en formant une succession régulière de courbures alternées dans un plan de courbure contenant lesdites directions longitudinale et de poussée,
- une source de lumière (LA) pour fournir ladite lumière à injecter pendant ladite étape d'injection,
- et des moyens pour diriger cette lumière à injecter vers ledit tronçon d'injection selon des directions qui permettent l'injection de

cette lumière dans le coeur de la fibre avec l'aide desdites courbures alternées.

Ce dispositif connu est par exemple décrit dans le brevet français n° 2 399 042 et le brevet américain correspondant  
5 n° 4 253 727 (Jeunhomme et al) qui concerne plus généralement un dispositif de couplage.

Malgré que la présence de nombreuses courbures dans ce dispositif d'injection permette d'améliorer le rendement d'injection, ce dernier reste cependant trop faible et peu prévisible.

10 La présente invention concerne également la mesure des pertes dans une zone à contrôler d'une fibre optique. Les dispositifs d'injection de lumière connus et le dispositif d'injection selon la présente invention sont en effet applicables à une telle mesure en vue du contrôle local d'une zone particulière telle que celle raccordement  
15 entre deux fibres optiques, par exemple au contrôle de la qualité d'une soudure réalisée entre les extrémités de deux fibres de ligne qui doivent assurer la transmission d'informations sur des distances supérieures à la longueur maximale des fibres optiques disponibles dans le commerce. Il convient en effet de s'assurer alors que cette  
20 soudure est bien faite pour éviter que la traversée du raccordement ne crée des pertes de lumière nuisible à la transmission. Il faut en particulier que les coeurs des deux fibres de ligne soient correctement alignés.

Une manière connue de réaliser un tel contrôle sans  
25 détérioration des fibres consiste à injecter de la lumière dans l'une des fibres de ligne en direction du raccordement, de manière que cette lumière traverse ce raccordement, puis à dériver cette lumière à partir de l'autre fibre. Si on connaît l'intensité de la lumière injectée et le rendement de dérivation, et si les pertes dans les  
30 fibres sont petites par rapport aux pertes dans le raccordement, il suffit de mesurer l'intensité de la lumière dérivée pour connaître les pertes dans le raccordement. La distance entre le dispositif d'injection et le raccordement doit être cependant suffisante pour que la lumière parasite qui est inévitablement injectée dans la gaine ou  
35 les gaines de la fibre soit complètement perdue avant de parvenir au

raccordement. Cette condition est facile à remplir car les pertes dans les gaines sont beaucoup plus élevées que les pertes dans le coeur des fibres utilisées de nos jours. Malheureusement, comme précédemment indiqué, le rendement du dispositif d'injection peut varier au cours  
5 du temps et est difficilement connu, ce qui fait que l'intensité de la lumière effectivement injectée dans le coeur de la fibre n'est connue qu'avec une grande imprécision.

C'est pourquoi un procédé connu de contrôle local comporte les opérations suivantes qui sont communes à ce procédé connu et à un  
10 procédé selon l'invention, au moins quant à certaines de leurs fonctions :

- injection d'une lumière de contrôle dans le coeur d'un tronçon d'injection d'une fibre réceptrice (FR) d'un côté de ladite zone à contrôler (ZC), la fibre de l'autre côté de cette zone étant une  
15 fibre (FL) raccordée à la fibre réceptrice, cette lumière provenant d'une source de contrôle (LA), étant injectée à l'aide d'un dispositif d'injection (DI) et étant dirigée vers cette fibre raccordée de manière qu'elle y soit guidée après avoir traversé la zone à contrôler,
- dérivation de cette lumière de contrôle à l'aide d'un dispositif de  
20 dérivation de contrôle (DC) à partir de cette fibre raccordée,
- mesure de l'intensité de la lumière de contrôle ainsi dérivée,
- injection d'une lumière de référence dans le coeur du même tronçon d'injection à partir d'une source de référence (LA) soumise aux mêmes variations que la source d'injection, cette lumière étant injectée à  
25 l'aide du même dispositif d'injection (DI) et dirigée dans le sens opposé à celui de la lumière de contrôle,
- dérivation de cette lumière de référence (FR) à partir de cette fibre réceptrice à distance de son dit tronçon d'injection, à l'aide d'un dispositif de dérivation de référence (DR) présentant un rendement de  
30 dérivation connu par rapport au rendement du dispositif de dérivation de contrôle (DC),
- mesure de l'intensité de la lumière de référence ainsi dérivée,
- et calcul du rapport de cette intensité à celle de la lumière de contrôle dérivée de manière à obtenir une mesure de la fraction de

lumière guidée perdue dans ladite zone à contrôler (ZC) indépendamment du rendement d'injection dudit dispositif d'injection.

Ce procédé connu est décrit dans un article pages 642-646 du Journal of Lightwave Technology, vol. LT-2, N° 5, October 1984 "A New Method of Optical Fiber Loss Measurement by the Side-Illumination Technique", Shun Sumida, Hisashi Murata, and Yutaka Katsuyama.

Sa précision reste insuffisante parce que le rendement d'injection est faible, et surtout parce que le rendement de l'injection de la lumière de contrôle n'est pas exactement égal à celui de l'injection de la lumière de référence ou, plus généralement, que le rapport entre ces deux rendements n'est pas connu.

Un but de la présente invention est de permettre de manière simple d'injecter localement de la lumière dans une fibre optique gainée de grande longueur avec un rendement d'injection accru et sans interruption ni altération de la fibre.

Un autre but de la présente invention est de permettre de manière simple d'injecter de la lumière dans deux directions opposées dans un même tronçon d'une fibre optique avec deux rendements d'injection égaux.

Un autre but de la présente invention est de permettre de manière simple de mesurer localement avec une précision accrue des pertes de lumière dans une zone d'une fibre optique de grande longueur sans interruption ni altération de la fibre.

C'est pourquoi la présente invention a notamment pour objet un dispositif d'injection de lumière dans une fibre optique gainée, notamment pour le contrôle local d'un raccordement de deux fibres, ce dispositif comportant les éléments communs précédemment mentionnés et étant caractérisé par le fait qu'il comporte une fibre optique auxiliaire (FA) avec un tronçon d'injection qui comporte une gaine extérieure transparente (GPA) et présente un diamètre extérieur sensiblement égal à celui de ladite fibre réceptrice gainée (FR), cette fibre auxiliaire recevant ladite lumière à injecter à distance de son tronçon d'injection et la guidant jusque dans ce tronçon, - et des moyens (20) de maintien latéral de fibre disposés des deux côtés de l'intervalle entre les deux dites bandes de déformation et



délimitant selon ladite direction transversale, un canal de déformation dont la largeur selon cette direction est sensiblement égale au diamètre des deux dits tronçons d'injection, de manière à permettre lors des dites étapes préparatoires de superposer ces deux tronçons dans ce canal selon ladite direction de poussée, chacun de ces tronçons étant disposé selon ladite direction longitudinale et maintenus par ces moyens de maintien latéral, et de manière que, pendant ladite étape d'injection, ces deux tronçons soient fléchis selon sensiblement les mêmes courbures alternées dans le même plan de courbure pour que la lumière à injecter s'échappe de cette fibre auxiliaire (FA) précisément selon lesdites directions qui permettent son injection dans la fibre réceptrice (FR) sans interruption de la gaine primaire (GP) de cette dernière.

Ce dispositif peut avantageusement présenter en outre les dispositions suivantes :

- Lesdits moyens de serrage (12, 16) sont aptes à exercer pendant ladite étape d'injection une force de serrage suffisante pour déformer la section de la gaine extérieure (GPA, GP) de ladite fibre auxiliaire (FA) et/ou de la gaine primaire de ladite fibre réceptrice (FR) de manière à créer des aires de contact optique présentant une étendue selon lesdites directions longitudinale et transversale et permettant le passage direct de la lumière de l'une à l'autre de ces gaines. Le passage de la lumière peut bien entendu être facilité aussi par le mouillage des deux fibres par un liquide transparent d'indice voisin de celui de ces gaines.

- Dans le cas où la gaine primaire (GP) de la fibre réceptrice (FR) est sensiblement moins dure que sa gaine optique (GO), ladite fibre auxiliaire (FA) est choisie sensiblement identique à ladite fibre réceptrice gainée (GR) de manière à obtenir facilement une fibre auxiliaire telle que la lumière qui s'en échappe dans ledit tronçon d'injection présente lesdites directions permettant son injection dans la fibre réceptrice. Il suffit en effet alors que les saillies de poussée dans un sens sur l'une des fibres soient symétriques des saillies de poussée dans l'autre sens sur l'autre fibre avec un décalage longitudinal de préférence égal à un demi pas de la succession

régulière des saillies, pour que le comportement optique des deux fibres soit le même, ce qui assure que la lumière qui s'échappe de l'une soit celle qui peut pénétrer dans l'autre pour y être guidée.

- L'une au moins desdites pièces de déformation (2, 4, 54) comporte des  
5 éléments (20) de maintien latéral de fibres formant saillies selon ladite direction de poussée des deux côtés de ladite bande de déformation de cette pièce, de manière que l'ensemble de ces éléments de maintien de cette ou de ces pièces constitue lesdits moyens de maintien pour maintenir bilatéralement les deux dits tronçons d'injection non  
10 seulement pendant ladite étape d'injection, mais aussi lors desdites étapes préparatoires lorsque ces pièces sont écartées l'une de l'autre. De tels éléments de maintien latéral peuvent être portés par chacune des deux pièces de déformation, qui peuvent alors être identiques l'une à l'autre et qui maintiennent chacune l'une des deux  
15 fibres. Ils peuvent aussi être portés par une seule de ces pièces qui doit alors maintenir les deux fibres. Dans ce cas la fibre auxiliaire est disposée à demeure au fond de la rainure formée entre ces éléments de maintien, et la fibre réceptrice est engagée dans cette rainure sur la fibre auxiliaire avant l'étape d'injection. Dans les deux cas,  
20 après l'étape d'injection la fibre réceptrice est sortie de sa rainure pour permettre d'utiliser le dispositif pour une autre fibre réceptrice.

- Les éléments de maintien forment, au moins d'un côté de ladite bande de déformation d'au moins une pièce de déformation, une succession  
25 longitudinale de saillies (20) de maintien de fibres, chacune de ces saillies de maintien étant située sensiblement dans un même plan transversal qu'une dite saillie de poussée (6), un tel plan contenant lesdites directions transversale et de poussée, la hauteur de cette saillie de maintien selon la direction de poussée au-dessus de cette  
30 saillie de poussée étant comprise entre 0,5 et 1 fois le diamètre desdites fibres dans chacune des deux pièces de déformation (2, 4) ou entre 1,5 et 2 fois ce diamètre dans une seule 54) de ces pièces de manière que les éléments de maintien de fibre d'une pièce de déformation assurent le maintien bilatéral de l'un ou des deux dits tronçons  
35 d'injection, respectivement, des creux étant formés entre les

saillies de maintien consécutives pour permettre à des saillies éventuellement de maintien de fibre de l'autre pièce de déformation (4, 2, 52) de s'engager dans ces creux lors du serrage de ces pièces de déformation et pour permettre ainsi de rapprocher ces deux pièces  
5 suffisamment l'une de l'autre. Les saillies de ladite autre pièce de déformation constituent des saillies de maintien de fibre dans le cas de deux pièces de déformation identiques. Dans le cas où une seule de ces deux pièces maintient les deux fibres, les saillies de l'autre peuvent s'étendre transversalement sur la largeur de la bande de  
10 déformation, où elles constituent lesdites saillies de poussée, et d'un ou des deux côtés de cette bande.

- Les formes desdits creux entre saillies (20) de maintien de fibres consécutives d'une pièce de déformation (2, 4) sont complémentaires des formes desdites saillies de l'autre pièce de déformation (4, 2) de  
15 manière que ces creux et saillies constituent une partie desdits moyens de guidage des pièces de déformation. De tels creux et saillies empêchent en effet alors un déplacement longitudinal relatif des deux pièces de déformation.

- La bande de déformation de fibre entre lesdits éléments de maintien  
20 est constituée par un bord supérieur d'une lame (18) dont la longueur est disposée selon ladite direction longitudinale et la largeur selon ladite direction de poussée, ce bord étant creusé d'encoches pour former lesdites saillies de poussée (6), cette lame étant disposée dans une rainure formée dans un corps (2, 4) de pièce de déformation et  
25 plus profonde que la largeur de cette lame, la partie supérieure des surfaces latérales de cette rainure constituant lesdits éléments (20) de maintien de fibre. Cette lame est par exemple constituée de laiton. Cette disposition peut faciliter la fabrication de la pièce de déformation car la lame peut être taillée avant d'être enfoncée dans la  
30 rainure, alors qu'il serait difficile de former les saillies de poussée au fond d'une rainure qui est étroite puisque sa largeur est sensiblement égale au diamètre d'une fibre gainée.

La présente invention a également pour objet un procédé d'injection de lumière dans une fibre optique gainée qui constitue une fibre  
35 réceptrice de lumière, ce procédé comportant les opérations suivantes

- application à un tronçon d'injection de la fibre réceptrice (FR) de forces de poussée parallèles entre elles et perpendiculaires à une direction longitudinale qui est la direction générale de ce tronçon, de manière à imposer à ce tronçon une succession de courbures alternées
- 5 dans un plan de courbure qui est le plan de ces forces,
- et envoi de la lumière à injecter sur ce tronçon selon des directions permettant l'injection de cette lumière dans le coeur de cette fibre avec l'aide de ces courbures alternées,
- ce procédé étant caractérisé par le fait qu'on dispose un tronçon
- 10 d'injection d'une fibre optique auxiliaire (FA) le long du tronçon d'injection de la fibre réceptrice (FR),
- on applique lesdites forces de poussée à l'ensemble de ces deux tronçons, le plan de ces forces étant celui des deux tronçons, de manière que ceux-ci présentent les mêmes courbures alternées dans un
- 15 même plan de courbure,
- et on injecte ladite lumière à injecter dans le coeur de cette fibre auxiliaire en dehors de son tronçon d'injection de manière que cette lumière soit guidée par cette fibre jusqu'à ce tronçon, et que ces courbures alternées la fasse s'échapper de ce tronçon selon lesdites
- 20 directions permettant son injection dans la fibre réceptrice.

La présente invention a encore pour objet un procédé de mesure des pertes dans une zone à contrôler d'une fibre optique notamment pour le contrôle local d'un raccordement de deux fibres optiques de ligne de grandes longueurs, ce procédé comportant les opérations communes

25 précédemment mentionnées, et étant caractérisé par le fait que ledit dispositif d'injection est un dispositif précédemment mentionné selon la présente invention, ladite fibre auxiliaire (FA) comportant un brin de contrôle (BC) et un brin de référence (BR) de part et d'autre de son tronçon d'injection, ladite lumière de contrôle étant injectée dans ce

30 brin de contrôle et ladite lumière de référence dans ce brin de référence.

De préférence, lesdites sources de contrôle et de référence sont constituées par une même source laser (LA), les extrémités libres des deux dits brins de contrôle (BC) et de référence (BR) de la fibre

auxiliaire (FA) étant disposées en regard de cette source de manière à en guider la lumière dans leur coeur, le nombre et l'amplitude desdites courbures alternées étant choisis suffisamment grands pour que la lumière injectée par cette source dans un de ces brins ne revienne pas perturber cette source à partir de l'autre brin.

A l'aide des figures schématiques ci-jointes on va décrire ci-après, à titre d'exemple non limitatif, comment l'invention peut être mise en oeuvre. Il doit être compris que les éléments décrits et représentés peuvent, sans sortir du cadre de l'invention, être remplacés par d'autres éléments assurant les mêmes fonctions techniques. Lorsqu'un même élément est représenté sur plusieurs figures il y est désigné par le même signe de référence.

La figure 1 représente une vue générale d'un dispositif de mesure des pertes de lumière dans une zone à contrôler d'une fibre optique, pour le contrôle local du raccordement entre deux fibres optiques de ligne, ce dispositif comportant un premier dispositif d'injection de lumière et mettant en oeuvre le procédé de mesure selon la présente invention.

La figure 2 représente une vue de ce dispositif d'injection en coupe par un plan longitudinal contenant la direction de poussée qui est verticale, les deux pièces de déformation de ce dispositif étant identiques.

La figure 3 représente une vue de ce dispositif d'injection en coupe par un plan transversal vertical III-III de la figure 2.

La figure 4 représente à échelle agrandie un détail IV de la figure 2.

La figure 5 représente une vue en coupe selon un plan vertical transversal V-V de la figure 4.

La figure 6 représente une vue partielle en perspective d'une pièce de déformation du même dispositif d'injection.

La figure 7 représente une vue d'un deuxième dispositif d'injection selon l'invention en coupe par un plan vertical transversal, une seule des pièces de déformation de ce dispositif portant la fibre auxiliaire et la fibre réceptrice.

Le dispositif de mesure de la figure 1 permet de mesurer les

pertes de lumière dans une soudure qui raccorde deux fibres de ligne monomodes de grandes longueurs FR et FL, ceci afin de contrôler la qualité de cette soudure. Une telle soudure est en effet considérée comme bonne lorsque la lumière guidée dans le coeur de la fibre amont, par exemple FR, se retrouve presque entièrement dans le coeur de la fibre aval, par exemple FL. Les pertes admissibles se traduisent par exemple par un affaiblissement de la puissance de 0,2 décibel. Cette soudure constitue ladite zone à contrôler ZC.

Une source laser LA injecte sensiblement une même puissance lumineuse dans les extrémités libres des deux brins extrêmes BC et BR d'une fibre optique auxiliaire FA. Ces deux brins guident cette lumière jusqu'à l'intérieur d'un dispositif d'injection DI. La partie de cette fibre FA qui est à l'intérieur de ce dispositif constitue ledit tronçon d'injection de cette fibre. La fibre FA est du même type que les fibres FR et FL. Elle pourrait être aussi multimode. La lumière injectée présente par exemple une longueur d'onde de 850 nanomètres. La puissance injectée dans chaque brin BC, BR est par exemple de 1 mW.

Le dispositif d'injection DI est conçu de telle sorte que la lumière s'échappe du coeur de la fibre auxiliaire et passe dans la gaine primaire GPA de celle-ci, puis dans la gaine primaire GP de la fibre réceptrice FR, puis dans le coeur CO de celle-ci à travers sa gaine optique. Elle est ainsi injectée dans la fibre réceptrice FR aussi bien vers la fibre raccordée FL à travers la soudure ZC que dans la direction opposée. Elle constitue ainsi une lumière de contrôle et une lumière de référence, qui sont extraites dans des dispositifs de dérivation DC et DR, respectivement, situés à la même distance du dispositif d'injection DI. Les distances entre ce dernier dispositif et la soudure ZC et entre cette soudure et le dispositif de dérivation DC sont suffisantes pour que seule la lumière guidée dans le coeur de la fibre parvienne à la soudure ou aux dispositifs de dérivation, ceci grâce à l'affaiblissement linéique beaucoup plus fort de la

lumière guidée dans les gaines. Ces distances sont par exemple d'environ un mètre si les fibres sont monomodes. Dans ces fibres, par exemple, le coeur CO et la gaine optique GO sont constitués de silice. Le coeur a un diamètre de 8 micromètres. Le diamètre extérieur de la fibre en verre est de 125 micromètres. L'écart d'indice de réfraction entre le coeur et la gaine optique est de  $5.10^{-3}$ .

La gaine primaire GP ou GPA est constituée de résine époxyde. Elle présente une épaisseur de 50 micromètres et un indice optique de 1,57.

Ces coeurs et ces gaines sont représentés sur les figures 4 et 5.

Ces dispositifs de dérivation DC et DR sont identiques. Ils comportent par exemple chacun deux pièces de déformation transparentes PA et PB qui imposent à la fibre une succession de courbures alternées, par déformation élastique. La lumière qui s'échappe alors dans le bloc PA, dont l'indice est suffisamment élevé pour cela, par exemple 1,59, est reçue par un récepteur photosensible RL alimenté électriquement par un dispositif RE et raccordé à un appareil de mesure RMC ou RMR qui donne une mesure de l'intensité de la lumière qui parcourait la fibre. La comparaison des mesures fournies par les appareils RMC et RMR fournit, après étalonnage, une mesure des pertes dans la soudure ZC.

Le dispositif d'injection DI est représenté sur les figures 2 à 5 et comporte les dispositions précédemment décrites selon l'invention, dans le cas où les deux pièces de déformation sont identiques au moins quant à leurs parties au contact avec les fibres. Ceci entraîne qu'une pièce 2 reçoit et maintient la fibre réceptrice PR au cours desdites étapes préparatoires, l'autre pièce recevant et maintenant la fibre auxiliaire FA. Chacune de ces pièces est constituée par un corps qui peut être ou ne pas être transparent et sur lequel agissent lesdits moyens de guidage et de serrage. Dans le cas du dispositif DI représenté sur la figure 3 ces moyens de guidage d'une pièce par rapport à l'autre sont essentiellement constitués par

une articulation autour d'un axe 8 s'étendant selon la direction longitudinale à l'arrière du dispositif, et accessoirement par les saillies de maintien 20. Cette articulation permet d'ouvrir le dispositif selon la flèche 10 pour y insérer la fibre réceptrice FR.

5 Lesdits moyens de serrage sont constitués par une tige filetée 12 articulée autour d'un axe également longitudinal 14 sur la pièce inférieure 4 et munie d'un écrou moleté 16 venant serrer la pièce supérieure 2. Le dévissage de cet écrou et la rotation de cette tige vers l'amont permettent d'ouvrir le dispositif. D'autres types de  
10 moyens de serrage pourraient être utilisés, par exemple un système élastique à encliquetage.

Deux dites lames telles que 18 constituées par exemple de laiton et comportant les saillies de poussée 6 viennent en appui sur les fibres telles que FR. Leur poussée crée non seulement lesdites défor-  
15 mations des fibres qui prennent une forme ondulée, mais aussi, par déformation des gaines primaires GP et GPA, lesdites aires de contact qui permettent le passage de la lumière d'une fibre à l'autre et dont l'étendue transversale est visible sur la figure 5.

Quant auxdits moyens de maintien latéral, ils peuvent être  
20 réalisés de diverses manières mais semblent, de préférence, devoir être solidaires de l'une ou des deux pièces de déformation.

Dans le cas du dispositif DI chacune de ces pièces comporte de tels moyens pour maintenir une fibre. Ces moyens sont par exemple constitués par des saillies de maintien 20 dont la forme est par  
25 exemple identique à celle des saillies de poussée 6. Toutes ces saillies sont prismatiques ou cylindriques à génératrices transversales et s'étendent sur toute la largeur des faces sur lesquelles elles sont formées. Ces saillies de maintien d'une pièce de déformation sont décalées longitudinalement d'un demi pas d'ondulation  
30 par rapport à celles de l'autre pièce de déformation. Elles permettent à la fois une insertion facile des fibres dans les rainures des corps de ces pièces, un bon maintien bilatéral, et une interpénétration des saillies de poussée 6 suffisante pour assurer les déformations convenables des fibres.

35 Le nombre d'ondulations des fibres, c'est-à-dire le nombre des



saillies de poussée de chacune des pièces de déformation est par exemple de 5. Le rayon de courbure au sommet de ces saillies est par exemple de 2mm pour ne pas endommager les fibres. La distance entre deux saillies successives d'une même pièce, c'est-à-dire le pas de  
5 l'ondulation est par exemple de 2mm. L'amplitude de l'ondulation est par exemple de 50 micromètres.

Le rendement d'injection dans une fibre monomode est par exemple de 10-3 %. Il est de 0,3% dans une fibre multimode.

Le dispositif d'injection de la figure 7 est analogue au dispositif DI précédemment décrit et comporte deux pièces de déformations  
10 l'une mobile supérieure 52, l'autre fixe inférieure 54. Il en diffère sur les points suivants :

La pièce mobile se déplace verticalement sous l'action d'une vis 56. Son guidage est essentiellement assuré par une lame de guidage  
15 épaisse fixe longitudinale verticale 58 qui pénètre dans une rainure large de cette pièce mobile et qui est montée par ailleurs dans une rainure encore plus large de la pièce fixe à côté d'une lame de poussée plus mince 60 analogue aux lames 18 du dispositif précédent. Ceci permet un usinage de ces rainures larges plus facile que celui des  
20 rainures étroites qui contenaient ces lames 18.

Les deux fibres FA et FR sont superposées dans cet ordre au dessus du bord supérieur encoché de la lame de poussée 60, dans l'intervalle transversal laissé libre entre la lame de guidage 58 et une surface latérale de la rainure large creusées dans la pièce fixe.  
25 La partie haute de cette surface coupe des saillies de maintien 62 qui sont semblables aux saillies de maintien 20 et qui assurent le maintien latéral d'un seul côté de la fibre FR.

La face inférieure de la pièce de déformation supérieure 52 comporte des saillies prismatiques de forme analogue, qui sur une  
30 petite partie de leur longueur selon la direction transversale, jouent le rôle de saillies de poussée et qui, sur le reste de leur longueur contribuent au guidage de cette pièce en empêchant un décalage longitudinal.

Il apparaît que, dans ce deuxième dispositif d'injection de  
35 lumière, le maintien latéral des deux fibres est assuré par une seule des deux pièces de déformation, la pièce 54.

## REVENDECATIONS

- 1/ Dispositif d'injection de lumière dans une fibre optique gainée, notamment pour le contrôle local d'un raccordement de deux fibres, ce dispositif étant destiné à injecter et à faire guider une lumière dans le coeur (CO) d'une fibre optique réceptrice (FR) qui ne doit pas être coupée, ce coeur étant entouré sans interruption par une gaine optique (GO) d'indice optique plus faible pour permettre le guidage de la lumière et cette gaine optique étant elle même entourée par une gaine primaire (GP) pour constituer une fibre gainée dont la gaine optique est protégée par la gaine primaire, le matériau de cette gaine primaire étant transparent et présentant un indice optique non sensiblement inférieur à celui de cette gaine optique,
- ce dispositif comportant deux pièces de déformation de fibres (2, 4, 52, 54) comportant respectivement deux bandes de déformation de fibres, chacune de ces bandes ayant une longueur selon une direction longitudinale et une largeur selon une direction transversale et comportant une succession longitudinale régulière de saillies de poussée (6) qui font saillie selon une direction de poussée perpendiculaire auxdites direction longitudinale et transversale et séparées par des creux,
- des moyens de guidage (8) de pièces de déformation pour maintenir ces deux bandes de déformation en regard l'une de l'autre, les longueurs et largeur de ces deux bandes étant coextensives, les saillies de poussée d'une bande étant en regard des creux de l'autre bande,
- des moyens de serrage (12, 16) de ces pièces de déformation pour permettre dans des étapes préparatoires d'écarter ces pièces, de placer un tronçon d'injection rectiligne de ladite fibre réceptrice entre les deux dites bandes de déformation avec sa longueur disposée selon ladite direction longitudinale, et de serrer ces deux pièces l'une contre l'autre de manière que, pendant une étape postérieure d'injection de lumière, lesdites saillies fléchissent élastiquement ce tronçon d'injection en formant une succession régulière de courbures alternées dans un plan de courbure contenant lesdites directions longitudinale et de poussée,

- une source de lumière (LA) pour fournir ladite lumière à injecter pendant ladite étape d'injection,
  - et des moyens pour diriger cette lumière à injecter vers ledit tronçon d'injection selon des directions qui permettent l'injection de cette lumière dans le coeur de la fibre avec l'aide desdites courbures alternées,
  - ce dispositif étant caractérisé par le fait qu'il comporte
  - une fibre optique auxiliaire (FA) avec un tronçon d'injection qui comporte une gaine extérieure transparente (GPA) et présente un diamètre extérieur sensiblement égal à celui de ladite fibre réceptrice gainée (FR), cette fibre auxiliaire recevant ladite lumière à injecter à distance de son tronçon d'injection et la guidant jusque dans ce tronçon,
  - et des moyens (20) de maintien latéral de fibres disposés des deux côtés de l'intervalle entre les deux dites bandes de déformation et délimitant selon ladite direction transversale un canal de déformation dont la largeur selon cette direction est sensiblement égale au diamètre des deux dits tronçons d'injection, de manière à permettre lors des dites étapes préparatoires de superposer ces deux tronçons dans ce canal selon ladite direction de poussée, chacun de ces tronçons étant disposé selon ladite direction longitudinale et maintenus par ces moyens de maintien latéral, et de manière que, pendant ladite étape d'injection, ces deux tronçons soient fléchis selon sensiblement les mêmes courbures alternées dans le même plan de courbure pour que la lumière à injecter s'échappe de cette fibre auxiliaire (FA) précisément selon lesdites directions qui permettent son injection dans la fibre réceptrice (FR) sans interruption de la gaine primaire (GP) de cette dernière.
- 2/ Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que lesdits moyens de serrage (12, 16) sont aptes à exercer pendant ladite étape d'injection une force de serrage suffisante pour déformer la section de la gaine extérieure (GPA, GP) de ladite fibre auxiliaire (FA) et/ou de la gaine primaire de ladite fibre réceptrice (FR) de manière à créer des aires de contact optique présentant une étendue selon lesdites directions longitudinale et

transversale et permettant le passage direct de la lumière de l'une à l'autre de ces gaines.

3/ Dispositif selon la revendication 2, applicable au cas où la gaine primaire (GP) de la fibre réceptrice (FR) est sensiblement moins dure que sa gaine optique (GO),  
5 ce dispositif étant caractérisé par le fait que ladite fibre auxiliaire (FA) est choisie sensiblement identique à ladite fibre réceptrice gainée (FR) de manière à obtenir facilement une fibre auxiliaire telle que la lumière qui s'en échappe dans ledit tronçon précisément d'injection présente lesdites directions permettant son injection dans la fibre réceptrice.  
10

4/ Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'une au moins desdites pièces de déformation (2, 4, 54) comporte des éléments (20) de maintien latéral de fibres formant saillies selon  
15 ladite direction de poussée des deux côtés de ladite bande de déformation de cette pièce, de manière que l'ensemble de ces éléments de maintien de cette ou de ces pièces constitue lesdits moyens de maintien pour maintenir bilatéralement les deux dits tronçons d'injection non seulement pendant ladite étape d'injection, mais aussi lors desdites  
20 étapes préparatoires lorsque ces pièces sont écartées l'une de l'autre.

5/ Dispositif selon la revendication 4, caractérisé par le fait que lesdits éléments de maintien forment, au moins d'un côté de ladite bande de déformation d'au moins une pièce de déformation, une  
25 succession longitudinale de saillies (20) de maintien de fibres, chacune de ces saillies de maintien étant située sensiblement dans un même plan transversal qu'une dite saillie de poussée (6), un tel plan contenant lesdites directions transversale et de poussée, la hauteur de cette saillie de maintien selon la direction de poussée au-dessus de  
30 cette saillie de poussée étant comprise entre 0,5 et 1 fois le diamètre desdites fibres dans chacune des deux pièces de déformation (2, 4) ou entre 1,5 et 2 fois ce diamètre dans une seule (54) de ces pièces de manière que les éléments de maintien de fibre d'une pièce de déformation assurent le maintien bilatéral de l'un ou des deux dits  
35 tronçons d'injection, respectivement, des creux étant formés entre les

saillies de maintien consécutives pour permettre à des saillies éventuellement de maintien de fibre de l'autre pièce de déformation (4, 2, 52) de s'engager dans ces creux lors du serrage de ces pièces de déformation et pour permettre ainsi de rapprocher ces deux pièces suffisamment l'une de l'autre.

5 6/ Dispositif selon la revendication 5, caractérisé par le fait que les formes desdits creux entre saillies (20) de maintien de fibres consécutives d'une pièce de déformation (2, 4) sont complémentaires des formes desdites saillies de l'autre pièce de déformation (4, 2) de  
10 manière que ces creux et saillies constituent une partie desdits moyens de guidage des pièces de déformation.

7/ Dispositif selon la revendication 4, caractérisé par le fait que ladite bande de déformation de fibre entre lesdits éléments de maintien est constituée par un bord supérieur d'une lame (18) dont la  
15 longueur est disposée selon ladite direction longitudinale et la largeur selon ladite direction de poussée, ce bord étant creusé d'encoches pour former lesdites saillies de poussée (6), cette lame étant disposée dans une rainure formée dans un corps (2, 4) de pièce de déformation et plus profonde que la largeur de cette lame, la partie  
20 supérieure des surfaces latérales de cette rainure constituant lesdits éléments (20) de maintien de fibre.

8/ Procédé d'injection de lumière dans une fibre optique gainée qui constitue une fibre réceptrice de lumière (FR), ce procédé comportant les opérations suivantes

25 - application à un tronçon d'injection de la fibre réceptrice de forces de poussée parallèles entre elles et perpendiculaires à une direction longitudinale qui est la direction générale de ce tronçon, de manière à imposer à ce tronçon une succession de courbures alternées dans un plan de courbure qui est le plan de ces forces,

30 - et envoi de la lumière à injecter sur ce tronçon selon des directions permettant l'injection de cette lumière dans le cœur de cette fibre avec l'aide de ces courbures alternées,

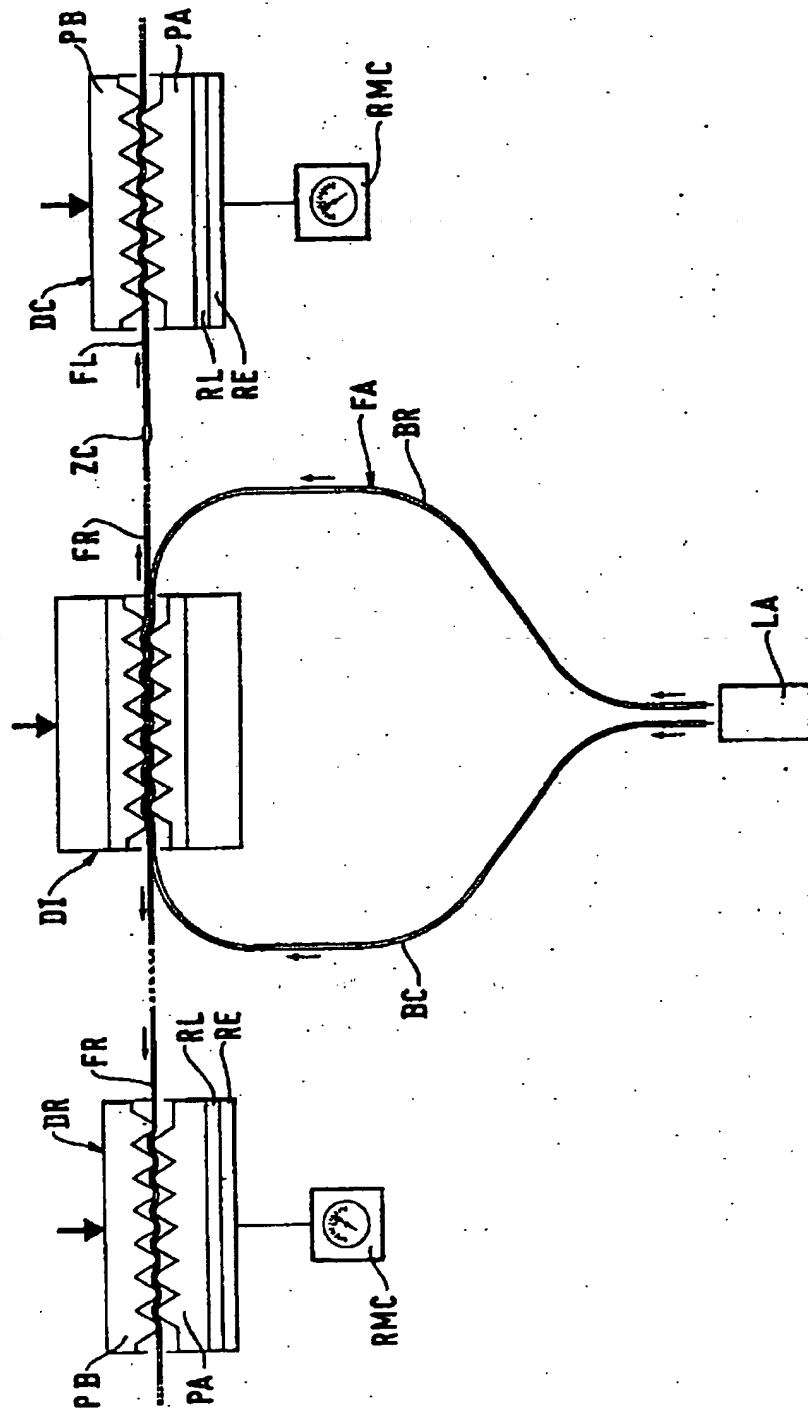
- ce procédé étant caractérisé par le fait qu'on dispose un tronçon d'injection d'une fibre optique auxiliaire (FA) le long du tronçon  
35 d'injection de la fibre réceptrice (FR)

- on applique lesdites forces de poussée à l'ensemble de ces deux tronçons, le plan de ces forces étant celui des deux tronçons, de manière que ceux-ci présentent les mêmes courbures alternées dans un même plan de courbure,
- 5 - et on injecte ladite lumière à injecter dans le coeur de cette fibre auxiliaire en dehors de son tronçon d'injection de manière que cette lumière soit guidée par cette fibre jusqu'à le tronçon, et que ces courbures alternées la fasse s'échapper de ce tronçon selon lesdites directions permettant son injection dans la fibre réceptrice.
- 10 9/ Procédé selon la revendication 8, applicable au cas où la fibre réceptrice comporte une gaine primaire transparente (GP) sensiblement moins dure que sa gaine optique (GO),
  - ce procédé étant caractérisé par le fait que la fibre auxiliaire (FA) est choisie sensiblement identique à la fibre réceptrice (FR) de
  - 15 manière que l'application desdites forces de poussée déforme la section des gaines primaires (GP, GPA) des deux dits tronçons d'injection en créant des aires de contact optique qui facilitent le passage de la lumière de l'une à l'autre de ces gaines.
- 20 10/ Procédé de mesure des pertes dans une zone à contrôler (ZC) d'une fibre optique (FR, FL) notamment pour le contrôle local d'un raccordement de deux fibres optiques de ligne (FR, FL) de grandes longueurs, ce procédé comportant les opérations suivantes :
  - injection d'une lumière de contrôle dans le coeur d'un tronçon
  - 25 d'injection d'une fibre réceptrice (FR) d'un côté de ladite zone à contrôler (ZC), la fibre de l'autre côté de cette zone étant une fibre (FL) raccordée à la fibre réceptrice, cette lumière provenant d'une source de contrôle (LA), étant injectée à l'aide d'un dispositif d'injection et étant dirigée vers cette fibre raccordée de manière
  - 30 qu'elle y soit guidée après avoir traversé la zone à contrôler,
    - dérivation de cette lumière de contrôle à l'aide d'un dispositif de dérivation de contrôle (DC) à partir de cette fibre raccordée,
    - mesure de l'intensité de la lumière de contrôle ainsi dérivée,
    - injection d'une lumière de référence dans le coeur du même tronçon
    - 35 d'injection à partir d'une source de référence (LA) soumise aux mêmes

- variations que la source d'injection, cette lumière étant injectée à l'aide du même dispositif d'injection (DI) et dirigée dans le sens opposé à celui de la lumière de contrôle,
- dérivation de cette lumière de référence (FR) à partir de cette fibre
- 5 réceptrice à distance de son dit tronçon d'injection, à l'aide d'un dispositif de dérivation de référence (DR) présentant un rendement de dérivation connu par rapport au rendement du dispositif de dérivation de contrôle (DC),
- mesure de l'intensité de la lumière de référence ainsi dérivée,
- 10 - et calcul du rapport de cette intensité à celle de la lumière de contrôle dérivée de manière à obtenir une mesure de la fraction de lumière guidée perdue dans ladite zone à contrôler (ZC) indépendamment du rendement d'injection dudit dispositif d'injection,
- ce procédé étant caractérisé par le fait que ledit dispositif
- 15 d'injection (DI) est un dispositif selon la revendication 1,
- ladite fibre auxiliaire (FA) comportant un brin de contrôle (BC) et un brin de référence (BR) de part et d'autre de son tronçon d'injection,
- ladite lumière de contrôle étant injectée dans ce brin de contrôle et
- 20 ladite lumière de référence dans ce brin de référence.
- 11/ Procédé selon la revendication 10, caractérisé par le fait que lesdites sources de contrôle et de référence sont constituées par une même source laser (LA), les extrémités libres des deux dits brins de
- 25 contrôle (BC) et de référence (BR) de la fibre auxiliaire (FA) étant disposées en regard de cette source de manière à en guider la lumière dans leur coeur, le nombre et l'amplitude desdites courbures alternées étant choisis suffisamment grands pour que la lumière injectée par cette source dans un de ces brins ne revienne pas perturber cette source à partir de l'autre brin.
- 30 12/ Dispositif d'injection de lumière dans deux directions opposées dans une fibre optique réceptrice (FR), caractérisé par le fait qu'il est constitué par un dispositif d'injection selon la revendication 1, ladite fibre auxiliaire (FA) recevant et guidant la lumière vers son tronçon d'injection dans deux brins (BC, BR) de cette fibre situés de
- 35 part et d'autre de ce tronçon.

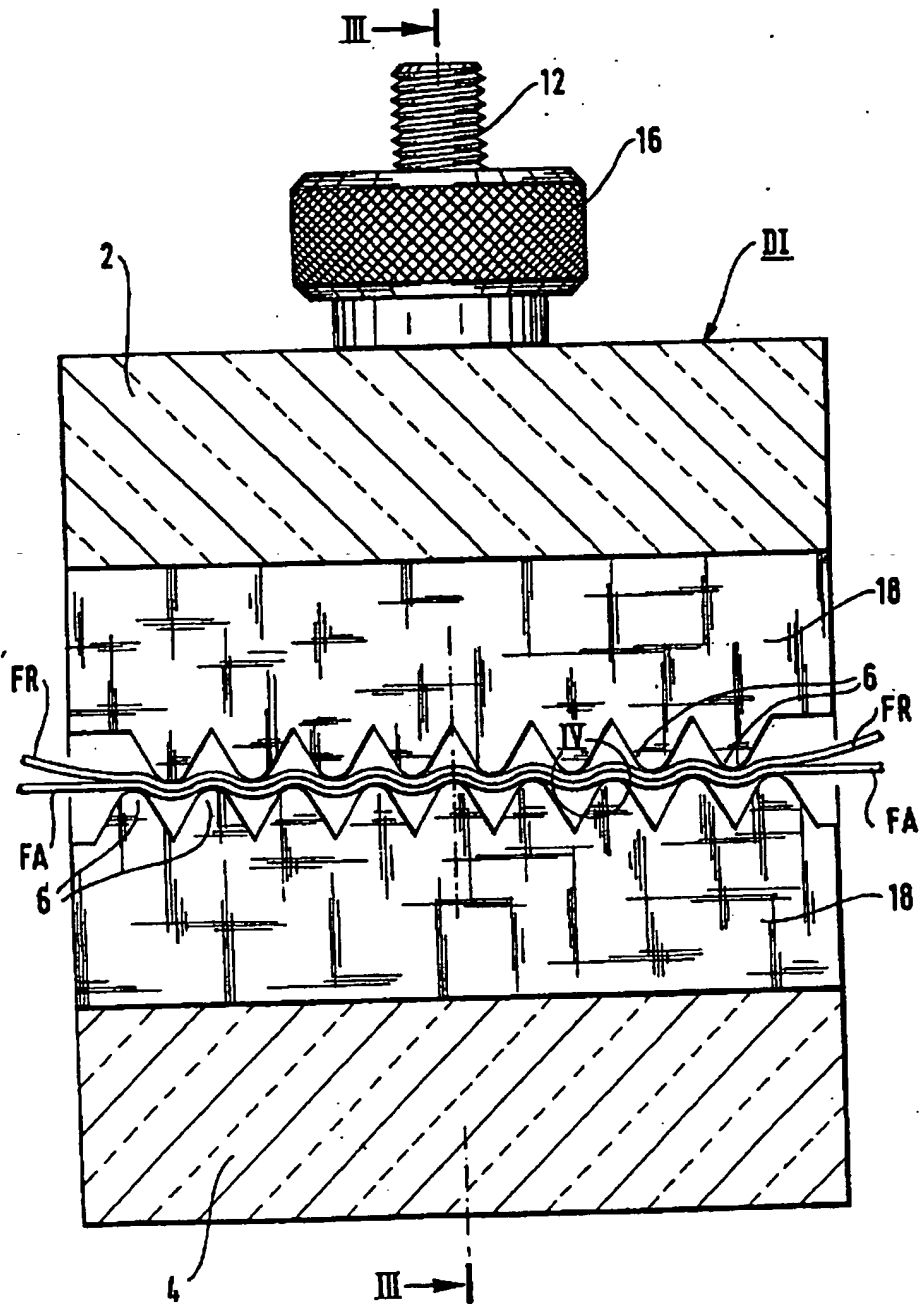
1/6

FIG. 1





2/6  
FIG.2



3/6

FIG.3

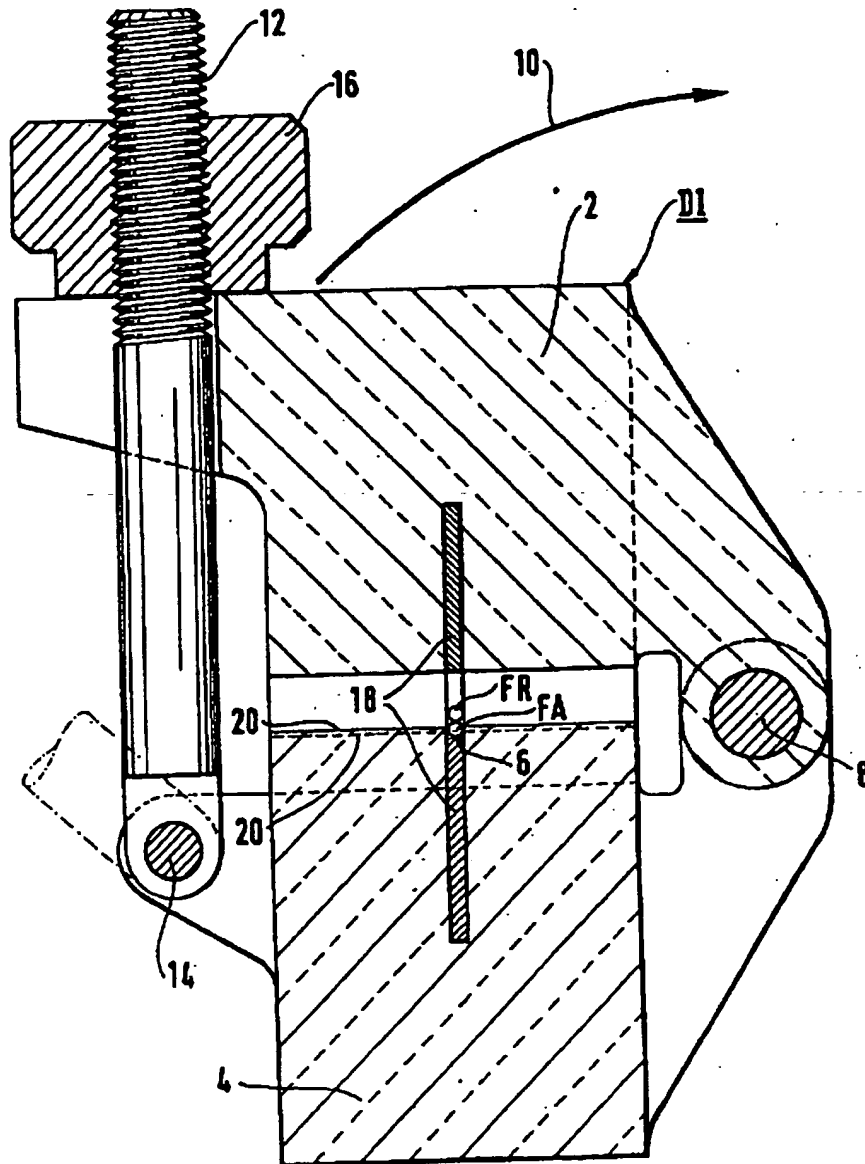
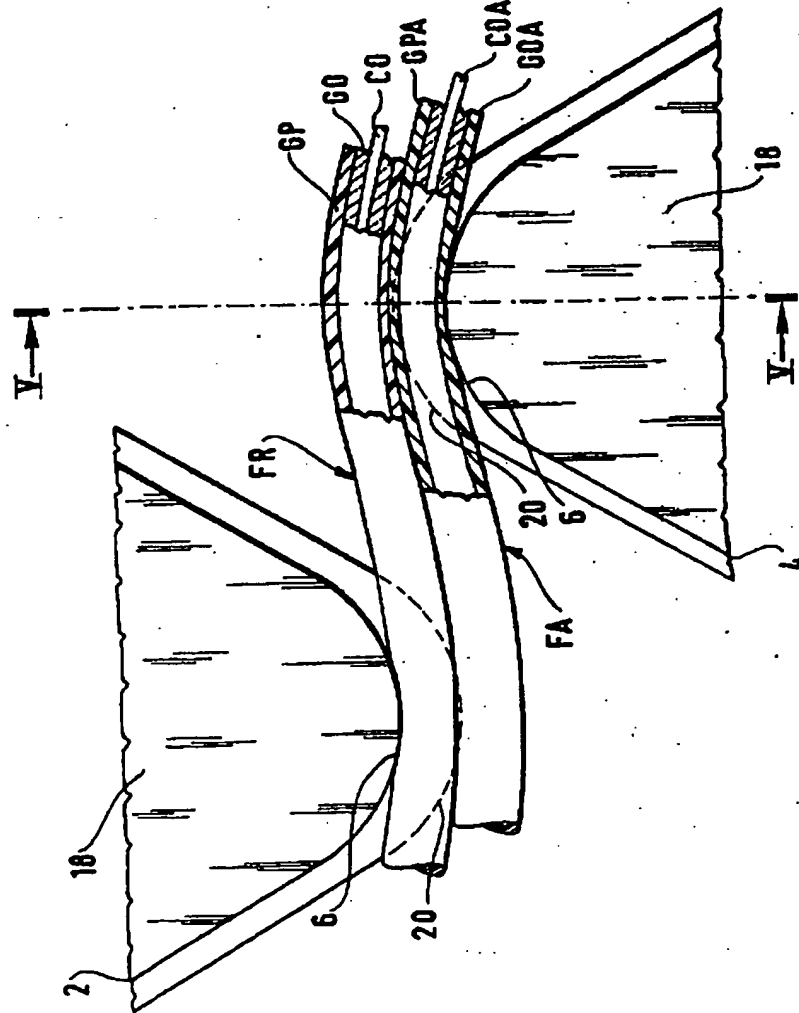
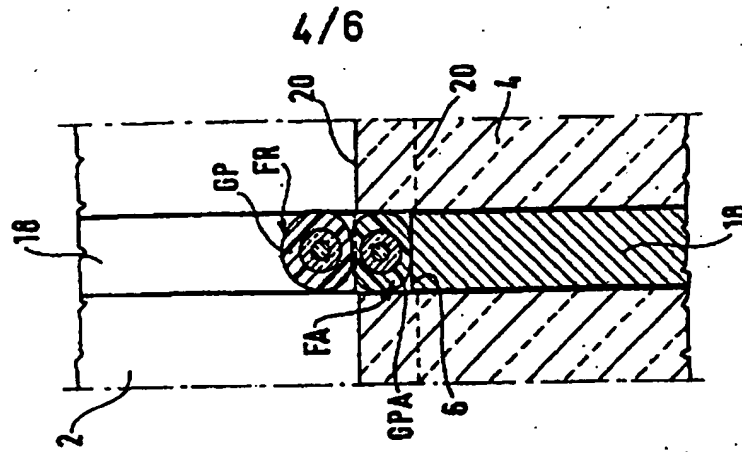


FIG. 4

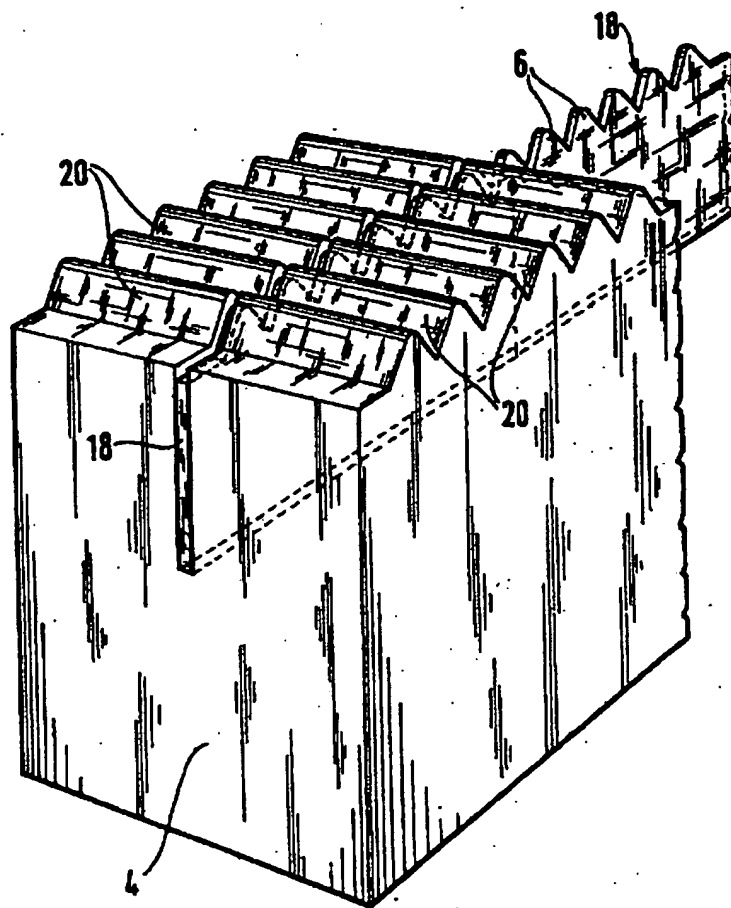


565



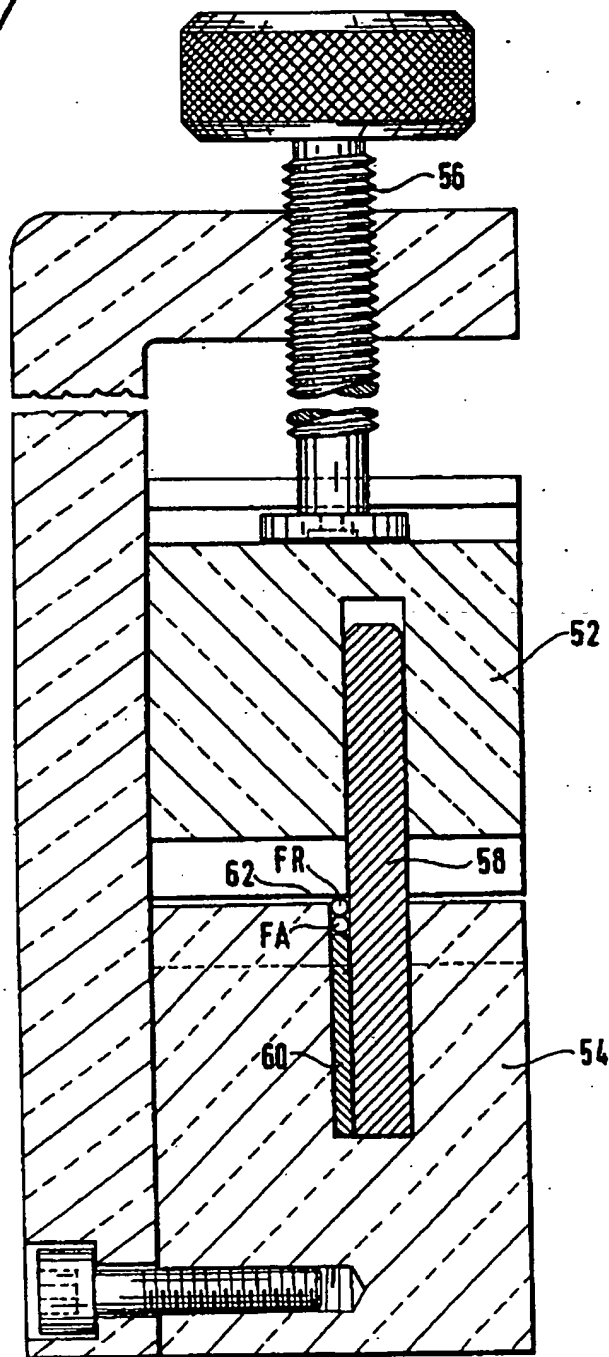
5/6

FIG. 6



6/6

FIG. 7



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**